

VARIABILITE INTRA ET INTERANNUELLE DES EXTREMES JOURNALIERS DE TEMPERATURE : PROPOSITION D'UNE METHODE DE TRAVAIL

par M ERPICUM et J. ALEXANDRE

Laboratoire de Géographie Physique - Université de Liège

RESUME

Les auteurs proposent une méthode pour l'étude des écarts des températures extrêmes journalières par rapport aux «normales» établies pour une longue période. Cette méthode pourrait être appliquée dans une classification thermique des types de temps en climatologie locale.

SUMMARY

The authors present a method for studying the differences between extreme daily temperatures and long term normal values. This method could be useful for a thermal classification of weather types in local climatology.

La climatologie locale, qui est un des champs d'investigation préférés du géographe, s'appuie sur des campagnes d'observations minutieuses et forcément limitées dans le temps. Il convient donc de caractériser les périodes de mesures, soit par rapport à la normale, soit l'une vis-à-vis de l'autre. Cette caractérisation ne peut se faire qu'en se référant à de longues séries. Ceci nous a conduit à analyser les variations au sein de ces données et suivant leurs successions.

Nous exposons ici la méthode que nous avons suivie pour les températures de l'air et plus spécialement pour leurs valeurs extrêmes journalières.

Les différentes étapes du traitement des données sont les suivantes :

- Un lissage de la série des moyennes journalières calculée à partir de la série la plus longue possible ; lissage destiné à éliminer les variations de faible période, réputées aléatoires,
- le calcul des écarts des valeurs journalières de la période d'observation vis-à-vis de la courbe obtenue par lissage,
- le traitement de ces écarts pour l'intervalle de temps que l'on souhaite caractériser quant aux valeurs moyennes et aux variations internes

Dans la suite de l'exposé, un découpage selon les mois civils a été adopté pour des raisons de commodité, mais tout autre intervalle du même ordre de grandeur aurait pu être employé.

I - Le lissage des valeurs journalières moyennes

L'évolution des températures au cours des années s'adapte à une série périodique dont les éléments sont donnés par l'expression :

$$x_i = a_0 + \sum_j (a_j \sin j\alpha i + b_j \cos j\alpha i) + a_{k'} (-1)^i + e_i$$

où $a(0)$ est la moyenne des x_i ,

i est l'indice des k éléments de la période, $k=365$ dans le cas de valeurs journalières

j est l'indice de ce qu'il est convenu d'appeler l'harmonique.

$$\alpha = 2\pi/k$$

$k'=k/2$ ou $(k+1)/2$ selon que k est pair ou impair

e_i est une quantité aléatoire de moyenne égale à 0 en principe (R SNEYERS, 1975, p. 129)

Le nombre d'harmoniques ne peut dépasser $k'-1$, mais en fait, la plupart du temps, il en est retenu un nombre moins grand.

La série trigonométrique convergente (1) dite aussi série de Fourier peut aussi prendre la forme

$$x_i^1 = a_0 + \sum_j a_j \sin (j\alpha i + A_j)$$

avec j inférieur à $k'-1$ et où a_j est la demi-amplitude et A_j l'angle de phase de la j ème harmonique. On déduit la position dans le temps des maximums exprimée en degré (m) à l'aide de l'expression $jm + A_j = 90^\circ$ ou 450 degrés suivant que A_j est inférieur ou supérieur à 90° (V CONRAD et L.W. POLLAK, 1962, p. 132).

Cette méthode a été appliquée à une série chronologique assez longue de températures journalières extrêmes : celle de la station d'Uccle, de 1901 à 1970 ; les observations ayant été effectuées à 12 heures sur des instruments placés dans un abri ouvert, circonstances de mesure exceptionnelles qui ont été maintenues pour des raisons d'homogénéité.

L'efficacité de l'ajustement peut être vérifiée grâce à la méthode des moindres carrés (M.R. SPIEGEL, 1982, p. 219)

Le résultat apparaît sur la partie de gauche du tableau I quant aux valeurs caractéristiques et sur la figure 1 quant au tracé. La qualité de l'ajustement (R^2/SCE) ne progresse guère au-delà de la deuxième harmonique tant pour les minimums que les maximums journaliers. D'autre part, il est surprenant de constater que des valeurs moyennes calculées sur une période de 70 ans présentent encore des variations secondaires aussi importantes de période proche de la semaine avec des écarts qui dépassent par huit fois 1°C (extrêmes : $+1,24$ et $-1,42^\circ\text{C}$) vis-à-vis de la courbe lissée. Il est difficile de considérer ces écarts comme purement aléatoires.

Pour les stations climatiques régionales, il n'est pas toujours possible ni aisé de pouvoir disposer d'une série suffisamment longue de températures journalières. Pour de tels cas, il convient d'examiner la possibilité d'estimer les valeurs journalières à partir

Tableau I : Ajustement de l'évolution annuelle des températures à l'aide d'une série de Fourier.

Observations : Uccie 1901-1970 - abri ouvert à 12 H 00

	365 valeurs	12 valeurs
\bar{x}	14.8	14.7
s	6.8	7.0
a ₁	9.55	9.46
A ₁	255.53	253.97
R ² /SCE	98.9	99.3
a ₂	0.71	0.66
A ₂	300.43	318.55
R ² /SCE	99.5	99.8
a ₃	0.30	0.30
A ₃	36.42	65.33
R ² /SCE	99.6	99.9
a ₄	0.17	0.13
A ₄	125.65	161.12
R ² /SCE	99.6	100.0
\bar{x}	5.9	5.9
s	4.7	4.8
a ₁	6.55	6.47
A ₁	246.27	244.64
R ² /SCE	99.0	99.5
a ₂	0.37	0.39
A ₂	349.93	12.68
R ² /SCE	99.3	99.9
a ₃	0.10	0.08
A ₃	55.03	74.79
R ² /SCE	99.3	99.9
a ₄	0.10	0.06
A ₄	116.33	148.70
R ² /SCE	99.3	99.9

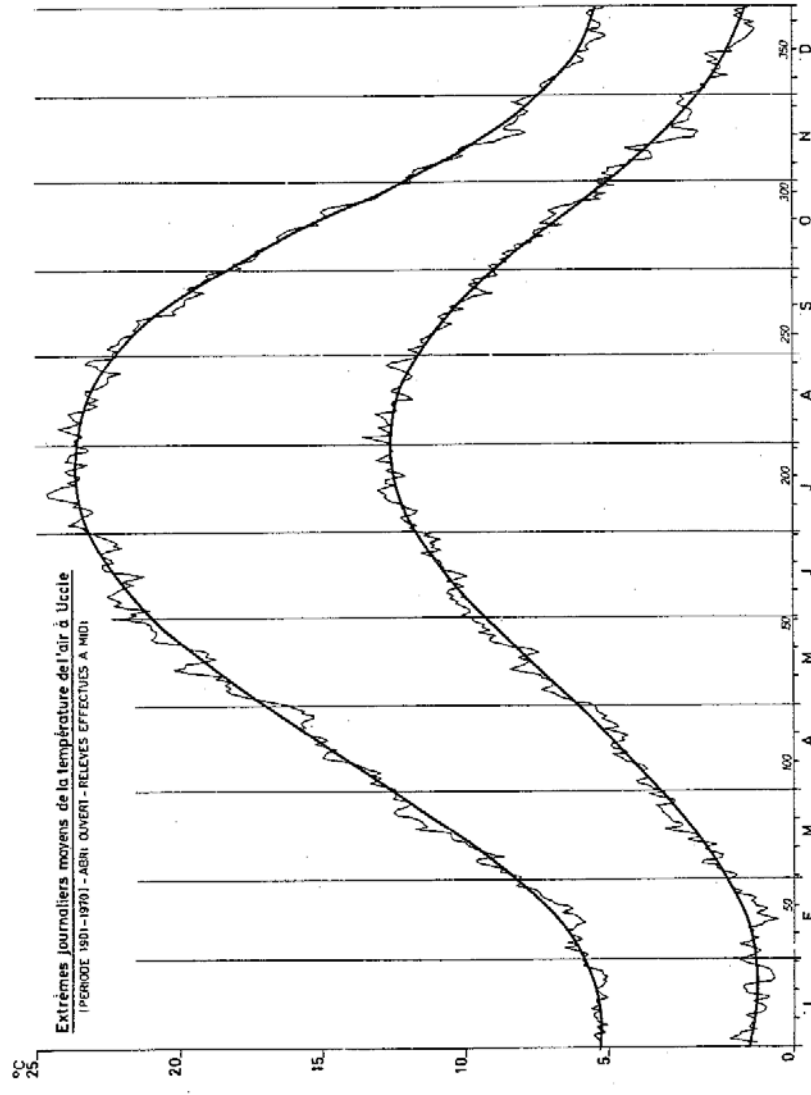


Fig. 1.

R²/SCE est le pourcentage expliqué de la variation totale au fur et à mesure de l'introduction des différentes harmoniques.

des douze valeurs mensuelles comme le suggère R. SNEYERS (1975, p 141).

L'ajustement sur douze points est évidemment meilleur et les différences avec l'ajustement sur 365 points ne dépassent guère, dès la deuxième harmonique, la valeur de 0,15°C. En prenant en considération les quatre premières harmoniques, la somme des carrés des écarts par rapport aux valeurs observées est, pour les températures maximales, de 68,09 dans le premier cas (12 valeurs) et de 64,82 dans le second (365 valeurs). La différence est minime par rapport à une somme des carrés des écarts totale de 16 899,5.

II - Le calcul des écarts journaliers aux normales attendues

Les écarts se calculent par rapport à la courbe lissée de l'évolution annuelle. Ils permettent d'apprécier pour chacun des jours de la période étudiée le degré d'anormalité positive ou négative.

Les écarts ainsi calculés peuvent être portés sur un graphique en fonction du temps. La figure 2 en donne un exemple pour les années 1977 et 1978 de la station de Bierset-Liège. Un axe horizontal à la place d'une courbe sinusoïdale permet une appréciation plus correcte, notamment pour les périodes comme le printemps ou l'automne où les normales varient elles-mêmes très rapidement. De plus, des comparaisons entre différentes périodes de l'année sont devenues possibles.

La juxtaposition des mois de janvier des années 1975 à 1978 (fig. 3) montre combien l'évolution des températures extrêmes au cours d'une même période de l'année peut présenter des successions quelquefois très différentes. Pour caractériser ces successions, plusieurs critères ont été retenus :

III - Caractéristiques de la succession des écarts pour un intervalle de temps donné.

Si l'on excepte les périodicités qui se rapportent à un domaine de recherche plus particulier, la succession des écarts par rapport à la normale de température au cours d'une période déterminée peut être caractérisée par les éléments suivants :

- a) la moyenne algébrique de ces écarts
- b) leur variance
- c) la somme des écarts interdiurnes pris dans leur valeur absolue.

Janvier 1976, par exemple (fig. 3), présente une variance triple de celle de janvier 1975 parce que les six derniers jours ont été particulièrement froids et le reste du mois assez doux. Toutefois, le nombre de changements de sens importants dans l'évolution des écarts est le même des deux côtés, ce qui est représenté par une somme des écarts interdiurnes identique.

Pour une comparaison quant aux deux paramètres de variabilité entre deux périodes situées différemment dans le cours de l'année, il faut tenir compte d'une évolution saisonnière normale pour certains de ces caractères. La figure 4 montre en effet un minimum d'été très prononcé pour la variance des écarts des températures minimales journalières et un maximum d'été aussi important pour l'évolution interdiurne des écarts relatifs aux températures maximales journalières.

La caractérisation par rapport à des valeurs normales des températures journalières extrêmes d'un jour ou d'un intervalle de temps déterminé peut servir de base à plusieurs recherches plus élaborées. Une typologie des jours ou de courtes périodes selon leurs particularités de température dont le but ultime serait une classification thermique des types de temps ou des masses d'air serait une démarche plus prometteuse que celle qui part de types de temps définis à l'avance pour en déduire les températures probables à proximité du sol. D'autre part, une typologie de périodes plus longues, le mois par exemple, doit permettre de préciser de manière objective les variations temporelles inter ou intra-annuelles de la température de l'air.

BIBLIOGRAPHIE

- CONRAD R. et POLLACK L.W., 1962 : Methods in climatology Cambridge, Mass., 459 p.
SNEYERS R., 1975 : Sur l'analyse statistique des séries d'observations. O.M.M., Note technique n° 143, Genève, 192 p.
SPIEGEL M.R., 1982 : Théorie et applications de la statistique, Paris, 358 p.

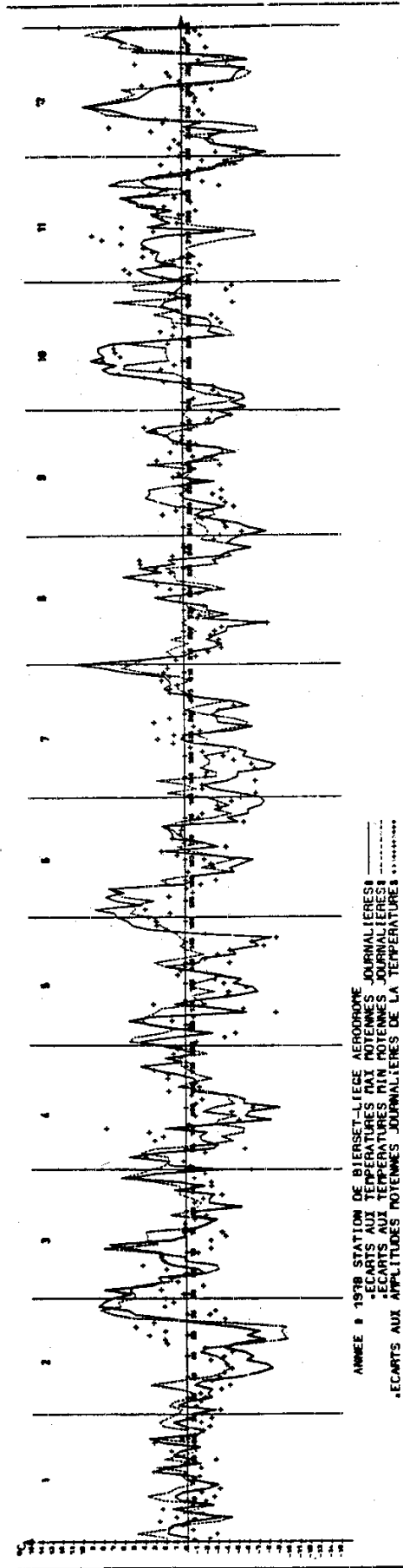
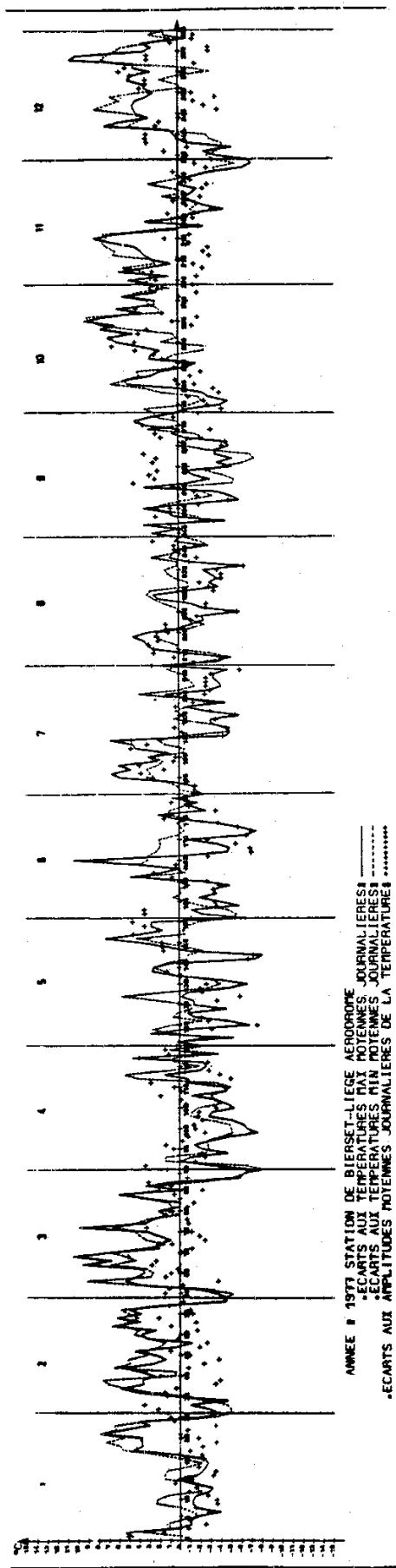


Fig. 2.

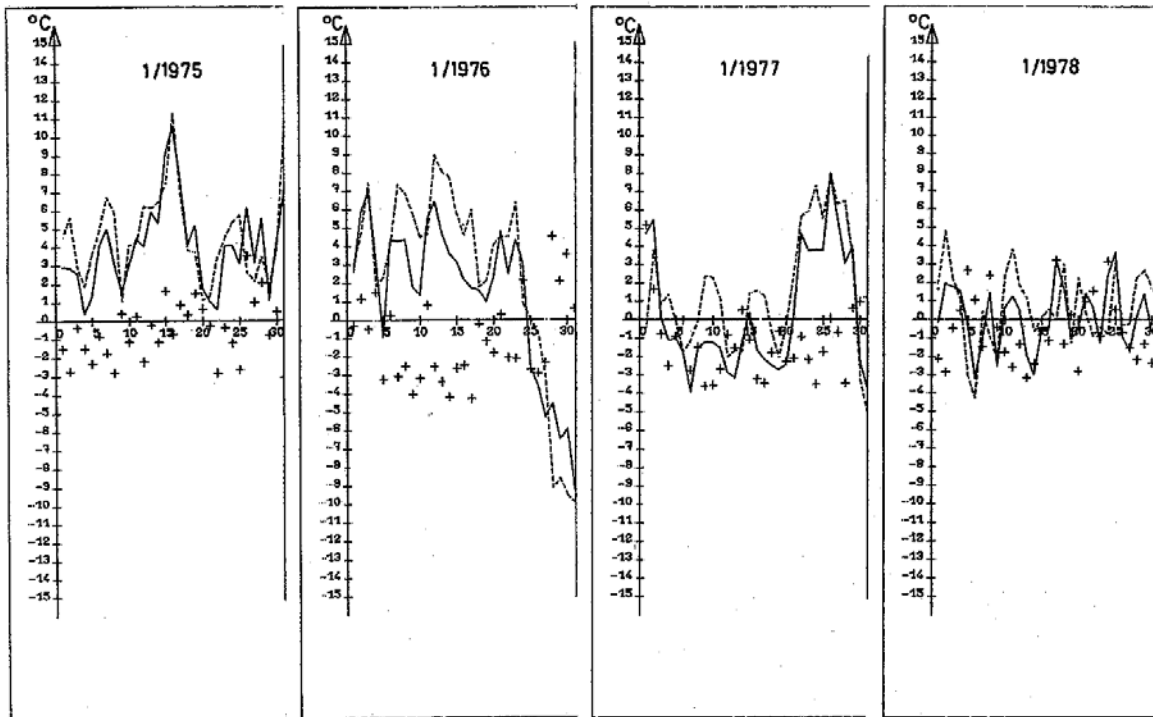


Fig. 3 : Ecart aux extrêmes journaliers moyens des mois de janvier 1975 à 1978.

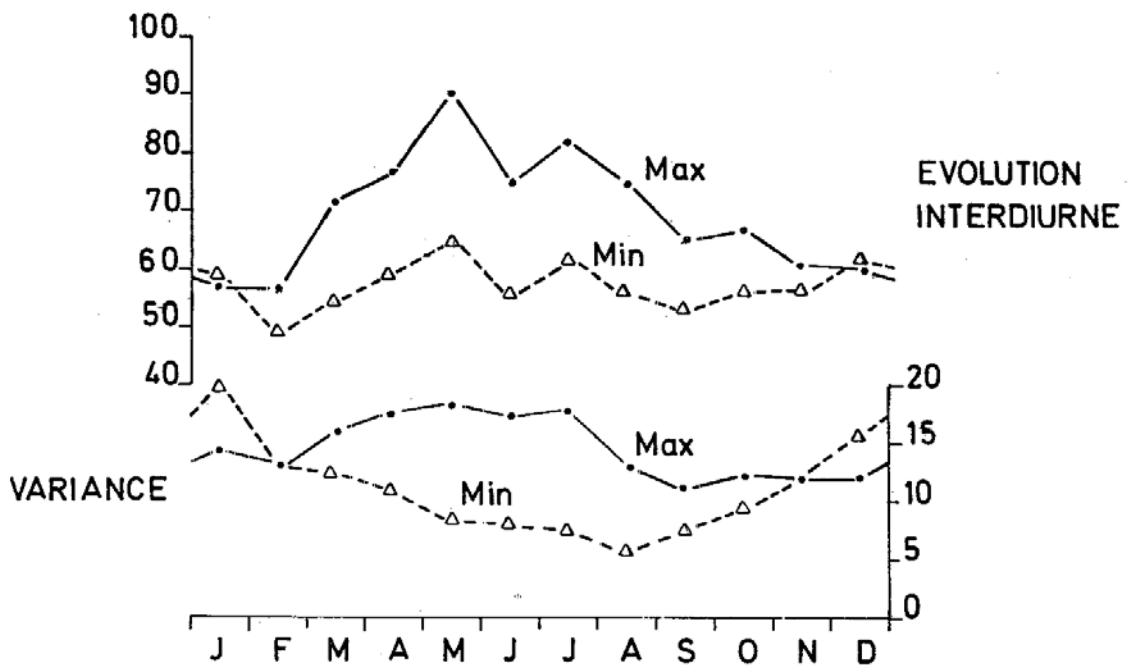


Fig. 4 : Evolution au cours de l'année de la variance et de l'évolution interdiurne des écarts à la normale des températures journalières extrêmes.